

Rantarakentaminen

Patricia Lönnqvist

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för Byggnadsteknik
Raseborg 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Patricia Lönnqvist

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Projektering och byggnadskonstruktion

Handledare: Mats Lindholm

Titel: Byggande vid stranden

Datum: 25.4.2017 Sidantal: 26

Bilagor: 0

Abstrakt

Att bygga vid stranden har blivit allmännare, men det finns ganska lite anvisningar ännu om saken. Enligt Markanvändnings- och bygglagen 132/1999 måste det finnas en stranddetaljplan för att kunna bygga vid stranden. Området skall planeras så att planerade byggnaden och annan markanvändning anpassar sig till strandplanen. Kommunerna har sin egna byggnadsordning som man skall följa.

I detta examensarbete tar jag upp saker om grunder och markarbeten som man skall tänka på när man börjar planera att bygga vid strandområden. Jag går igenom saker som man skall ta i beaktan när man planerar bygga bostadshus helt eller delvis i vattnet. Jag tar inte upp saker som behandlar byggande av bryggor eller andra byggnader/konstruktioner vid vattnet. Själva huset bygger man på samma sätt som man skulle bygga "inne" i landet. När man bygger vid stranden skall man noggrant fundera på byggnadsmaterialen som man tänker använda, detta med tanke på att klimatförhållandena är mer krävande när man bygger vid stranden.

Jag tror att byggande av bostadshus vid stranden och delvis på vattnet kommer att bli allmännare i framtiden.

Språk: finska

Nyckelord: Byggande vid stranden, grundbyggnad

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Patricia Lönnqvist

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaajat: Mats Lindholm

Nimike: Rantarakentaminen

Päivämäärä: 25.4.2017 Sivumäärä: 26

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Rantarakentaminen on yleistynyt mutta siitä löytyy vielä niukasti erillisiä ohjeita ja määräyksiä. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 määrää että ranta alueella on oltava rantakaava ennen kuin sinne saa rakentaa. Kaavoitettava alue on suunniteltava niin että suunniteltu rakennus ja muu maankäyttö, sopeutuu rantamaisemaan. Kunnilla on oma rakennusjärjestys, jota tulee noudattaa rakentaessa.

Tässä opinnäytetyössä käsittelen perustus ja pohjatyöasioita jotka koskevat ranta-alueille rakentamista ja mitä asioita pitää huomioida, kun aloittaa suunnitella ja rakentaa. Otan tässä työssä esille asioita, jotka tulee ottaa huomioon kun, suunnitellaan asuinrakennuksia, jotka rakennetaan osittain veteen tai vedenpäälle. En käsittele asioita jotka koskevat laitureita tai muita satamaaluiden rakennuksia/rakenteita jotka rakennetaan veteen tai sen lähetyville. Itse talo rakennetaan saman lailla, kun missä tahansa, rantarakentamisessa on vain tarkemmin mietittävä rakennusmateriaaleja ympäristöolosuhteiden aiheuttamien rasituksien takia.

Minä uskon että asuinrakennusten rakentaminen osittain veteen tai vedenpäälle tulee yleistymään tulevaisuudessa.

Kieli: suomi

Avainsanat: rantarakentaminen, pohjarakennus

BACHELOR'S THESIS

Author: Patricia Lönnqvist

Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg

Specialization: Structural Design

Supervisors: Mats Lindholm

Title: Building near the Water

Date: 25.4.2017 Number of pages:26

Appendices: 0

Summary

The construction of seaside buildings has become more common, but guidelines and regulations are still not sufficiently available. According to the Land USE Act 132/1999 waterside construction requires a detailed shore plan. When a proposal is drawn up, the planned buildings and other land use must be adapted to the shore plan. The municipalities have their own building regulations, which must be complied with.

In this thesis I describe what you have to consider when planning to build a residential house near the water. The focus of this work is on ground work and foundations; wharfs, jetties or other seaside constructions will not be explored. The house itself is built in the same way anywhere. When building near the water the building materials are to be considered in more detail due to the stress caused by environmental conditions.

I think the construction of residential houses on the beach and partly on the water will become more common in the future.

Language: Finnish

Key words: building near the water, groundworks

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
2.	Yleistä	1
2.1	Veden-ja kosteudeneristäminen	3
2.2	Paalut.....	5
3.	Betoni	6
3.1	Betonipaalut.....	8
4.	Teräs.....	8
4.1	Teräspaalut.....	9
5	Pohjatutkimus	10
5.1	Kairaukset.....	11
6.	Pohjarakennus.....	12
6.1	Kaivannot.....	13
6.1.1	Ruoppaus.....	14
6.2	Täyttö	14
6.3	Tuennat	15
6.4	Kaivantojen kuivana-pito	17
7.	Perustukset.....	17
7.1	Erikoisperustukset.....	18
7.1.1	Kasuunit.....	18
7.1.2	Uppokaivot	19
7.1.4	Puuarkut.....	21
8.	Rakenteisiin kohdistuvat kuormat jotka rasittavat rakenteita.....	21
8.1	Jää.....	21
8.2	Vesi	22
8.2.1	Aallot	22
8.3	Lämpötila.....	23
8.4	Tuuli.....	23
9.	Johtopäätös	25
	Lähteet	1

1. Johdanto

Idean tähän opinnäytetyöhön sain yritykseltä, jossa työskentelen. Yritys suunnitteli parasta aikaa asuinrakennusta, joka rakennetaan osittain veden päälle. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on ottaa esille yleisesti mitä pitää huomioida, kun ryhtyy suunnittelemaan rakentamista veden päälle tai veden lähetyville. Tässä työssä käsittelen, asuinrakennuksien perustuksia ja pohjatöitä, jotka rakennetaan osittain tai kokonaan veteen. Työskentelymenetelmät ovat pääosiltaan samanlaiset kuin sisämaahan rakennettaessa. Ympäristöolosuhteet ovat vaativammat rantarakentamisessa kuin sisämaahan rakennettaessa.

2. Yleistä

Rantarakentamisessa noudatetaan pitkälti samoja ohjeita ja määräyksiä, kuin sisämaassa rakentaessa. Suunnittelussa ja rakentaessa pitää ottaa huomioon ympäristöolosuhteet jotka poikkeavat muista alueista huomattavasti. Poikkeukset ovat kosteus, kovemmat tuulikuormat, vesi- ja jääkuormat ja rasitukset, viistosateet ja vaikeammat perustamisolosuhteet. Poikkeavat olosuhteet jotka vaikuttavat rantarakentamiseen voidaan jakaa neljään eri luokkaan:

- maaperästä johtuvat
- veden läheisyydestä johtuvat
- alueen tuulisuudesta johtuvat
- muut alueen erityispiirteet

Vesi asettaa tiukat vaatimukset rakenteille, jotta voidaan saavuttaa haluttu käyttöikä. On tärkeätä ottaa huomioon ympäristöolosuhteiden erityispiirteet, rakennusmateriaaleja valittaessa. Huolellisella suunnittelulla ja rakennusten sijoittamisella voidaan rakentaa turvallisesti ja täyttää kaikki vaatimukset. (RT-ideakortti)

Alla olevassa taulukossa esitetään viitteellinen käyttöikä eri rakenteille. Yksittäisten rakennusosien käyttöikä voi poiketa taulukosta, jos rakennusosat uusitaan käyttöiän aikana.

Taulukko 1. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä eri rakenteille

Rakenne	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuosia)
Satamalaiturit	50
Yhteysalus- ja lauttalaiturit	100
Rantalaiturit (ei ajoneuvokuormitusta)	100
Rantamuurit (yms. Rantarakenteet)	100
Sulut ja kanavarakenteet	100
Laiva- ja uittojohteet	50
Merimerkit	min 50
Padot ja muut tulvasuojarakenteet	100

(RIL 201-3-2013, s.10)

Rakenteiden pitkäaikaiskestävyyden kannalta on hyvä mitata sedimentin kloridi- ja sulfaattipitoisuus, sähkönjohtavuuksia ja pH-arvoja. Yleissuunnittelun yhteydessä on hyvä tutkia sedimenttejä korroosiotutkimuksilla. Sedimenteillä tarkoitan veden, tuulen tai jäätikön kuljettaneita aineksia, joista on syntynyt kerrostumia. Tutkimustulosten perusteella voidaan suunnitella mitä korroosion mitoitusarvoa käytetään ajatellen rakenteiden suunniteltua käyttöikää. Maa-ainesten korroosionopeuteen vaikuttavat; maa-ainesten laji, pohjaveden pinnan tason vaihtelu, hapen ja epäpuhtauksien esiintyminen.

Korroosio on kemiallisten reaktioiden aiheuttamaa haitallista kulumaa rakenteissa. Yleensä kun puhutaan korroosiosta, käytetään sanaa ruostuminen. Korroosio alkaa, kun suhteellinen kosteus on n. RH 65-70 ja kiihtyy normaaliolosuhteissa, kun suhteellinen kosteus on yli RH 85. Betonin karbonatisoituminen on yleinen syy korroosiolle. Karbonatisoituminen tarkoittaa, että betonin PH-arvo laskee ja se tarkoittaa, että teräs alkaa ruostua, jos kosteusolosuhteet ovat oikeat. Meriveden suolat aiheuttavat sen, että teräs alkaa ruostua. (Uudenkaupungin isännöitsijäkeskus)

Seuraavana ensin yleistätietoa rantarakentamiselle tärkeästä veden- ja kosteudeneristämisestä luvussa 2.1 ja rantarakentamisessa yleisestä paalujen suunnittelusta yleisesti luvussa 2.2.

2.1 Veden- ja kosteudeneristäminen

Vedeneristyksellä tarkoitetaan materiaalia joka kestää jatkuvaa kastumista.

Kosteudeneristyksellä tarkoitetaan materiaalia joka estää kosteuden pääsyn rakenteisiin. Rakenteet jotka ovat kuivalla maalla voidaan eristää epäjatkuvalle vedeneristyksellä, jos pohjaveden pinta pysyy perustamistason alapuolella ja rakennuspaikalla on hallittu vedenpoisto. Rakenteet joihin kohdistuu koko ajan vettä ja joiden pitää pysyä vesitiiviinä, kun ne ovat vedenpaineen alaisena, eristetään jatkuvana vedeneristysnä. (RT-83-10955, 2009)

Vedenpaineen alaiset rakenteet voidaan eristää käyttäen bitumikermieristeellä, massaeristeillä ja bentoniittieristeillä.

Bitumikermieriste

Vedenpaineeneristyksessä käytettävä bitumikermi on oltava hitsattava bituminen aluskermi ja tuoteluokaltaan vähintään TL2. Bitumikermi sopivat hyvin betonirakenteiden vedenpaineristykseksi. Jos vedenpaineristys alkaa vuotamaan, estää betonirakenne veden pääsyn sisätiloihin. Ennen bitumikermiä asennusta on betonipintaan tehtävä tartunta-ainekäsittely. Betonipinta harjataan tai telataan kumibitumiliuosta 0,3-0,5 l/m², kumibitumiliuos tunkeutuu betonin huokosiin, liuoksen on annettava kuivua ennen bitumikermiä asennusta. Bitumikermiä saumat limitetään, sivusaumat limitetään 100mm ja päätysaumat 150mm. Ensimmäinen bitumikermikerros kiinnitetään yleensä yläreunasta esimerkiksi ankkurilattateräksillä tai vastaavilla kiinnikkeillä 100-200mm:n välein betonipintaan. Bitumikermiä joihin lisätään modifointiainetta, parantavat kermin kestävyyttä ja joustavuutta kylmissä ja kuumissa olosuhteissa. (RIL 107-2012, luku 3.6.2)

Massaeriste

Massaeristeitä löytyy erilaisia, levitettäviä massaeristeitä on esimerkiksi epoksipohjaisia 2-komponenttisia, polyuretaanipohjaisia 2-komponenttisia ja sementtipohjaisia 2-

komponenttisia (soveltuu vain jännitettyihin betonirakenteisiin). Näiden vedenpaineristeiden tekniset ominaisuudet poikkeavat toisistaan, joten eristystyössä tulee noudattaa valmistajien ohjeita eristystyössä. Tuotekohtaisesti tulee varmistaa ennen alustan käsittelyä, alustan kosteustila, lämpötila ja olosuhteet, jotta käsittely tehdään oikein valmistajan ohjeiden mukaisesti. Pinnoista poistetaan epäpuhtaudet ja irtonaiset ainekset mekaanisesti hiomalla, hiekkapuhaltamalla tai koneellisesti teräsharjaamalla. Epätasaisuudet voidaan tasoittaa tarkoitukseen soveltuvalla laastilla tai tasoitteella. Massaeriste voidaan levittää telalla, harjalla, teräslastalla tai ruiskulla. Massa levitetään tuotekohtaisen ohjeen mukaan niin että saavutetaan riittävä eristyspaksuus ja että alustan huokokset täyttyvät. Kun massaeristettä käytetään ulkopuolella, tulee se suojata tarkoitukseen soveltuvalla levyllä, esimerkiksi polystyreenilevyllä. Suojalevyä ei saa kiinnittää mekaanisesti, jotta se ei vahingoita massaeristeen pintaa. (RIL 107-2012, luku 3.6.3)

Bentoniittieriste

Bentoniitti on pehmeää ja helposti muovautuvaa erikoissavea. Bentoniitti pystyy imemään itseensä suuria määriä vettä ja oikeissa olosuhteissa se voi laajentua tilavuudeltaan jopa kymmenkertaiseksi. Bentoniitti ja alusrakenne muodostavat yhdessä vedenpainetta pitävän kerroksen. Kun käytetään bentoniittia vedenpaineristyksenä, tulee alustan olla suoraviivainen ja selkeä. Bentoniitti asennetaan kahden rakenteen väliin jotka kestävät bentoniitin turpoamisvoimat. Vedenpaineristyksenä käytetään bentoniittimattoja. Bentoniittimatto koostuu kahdesta polypropeenikuitukankaasta ja niiden välissä on bentoniittikerros. Bentoniitti laajene kastuessaan, joten se muodostaa tiiviin pinnan saumojen kohdalla ja tiivistää pienet halkeamat betonimatossa. Yksityiskohtiin voidaan käyttää irrallista bentoniitisavea. Jos on todella vaativa kohde, voidaan asentaa bentoniittimaton lisäksi bitumikermieristys. (RIL 107-2012, luku 3.6.4)

Yllä mainittujen vedenpaineeneristysten lisäksi voidaan käyttää polyuretaanielastomeeria ja tarkoitukseen soveltuvaa muovi- kumimattoja, metallilevyä ja vedeneristyksenä voidaan käyttää nestemäisiä levitettäviä vedeneristysmassoja. (RIL 107-2012, s. 64)

2.2 Paalut

Tässä kerron lyhyesti paalujen yleisistä suunnitteluperusteista. Paalujen suunnittelussa tulee määrittää tyyppi, koko ja asennustapa, jotka soveltuvat kyseisiin pohja- ja ympäristöolosuhteisiin.

Paalut jaetaan kahteen pääryhmään eurooppalaisten toteutusstandardien mukaan

- maata syrjäyttäviin paaluihin (SFS-EN 12699)
- maata syrjäyttämättömät paalut (SFS-EN 1536)

Maata syrjäyttävät paalut asennetaan maahan lyömällä, täryttämällä, puristamalla, ruuvaamalla tai näiden menetelmien yhdistelmillä.

Maata syrjäyttämättömät paalut asennetaan maahan kaivamalla tai poraamalla.

(RIL 254-2011, s.15-16)

Paalutustyöt jaetaan paalutusluokkiin PTL1, PTL2 ja PTL3. Paalutusluokka 1 on haastavin ja paalutusluokka 3 on lievin. Paalutusluokka 1 voidaan vielä jakaa alaryhmiin 1A ja 1B. Alaryhmiin jakaminen perustuu paalujen geoteknisen kantavuuden ja paalutuksen tarkastustoimenpiteiden perusteella. Paalut voidaan vielä jakaa paaluryhmiin materiaalien perusteella: puupaalut, teräsbetonipaalut ja teräspaalut. (Pohjarakennus, s.43-44).

Ennen varsinaista paalutustyötä on suotavaa tehdä koepaalutus. Koepaalutuksessa asennetaan yksi tai useampi koepaalu valittuun paikkaan. Koepaalutuksen yhteydessä selviää myös, onko valittu työmenetelmä ja laitteisto oikea, sekä miten paalujen asennus vaikuttaa maaperään ja ympäristöön. (RIL 254-2016, s.175)

Tiedot jotka pitää selvittää ennen töiden aloittamista ja joiden tulee olla käytettävissä työaikana:

- pohjatutkimusraportti tai -raportit
- paalutuksen suunnittelun ja toteutuksen ohjeet ja laatuvaatimukset
- työn valvontaa, seuranta- ja mittaustarkkailua tai testausta koskevat lisävaatimukset

- Paalutustyön suoritukseen mahdollisesti vaikuttavat työmaan olosuhteet ja rajoitukset kuten esim. maanpinnan muoto, työskentelyalustan laatu ja kantavuus, samaan aikaan vierellä olevat toiminnot.
- Paalutustyön suoritukseen mahdollisesti vaikuttavat työmaan ympäristöolosuhteet ja ympäristön rajoitukset kuten esim. työmaan läheisyydessä olevien herkästi vaurioituvien rakennusten tai rakenteiden sijainti ja kunto, melua, tärinää ja saastumista koskevat rajoitukset.
- Muut tekijät kuten esim. läheisten rakennusten perustukset.

(RIL 254-2016, luku 4.2)

Kun kantava maapohja on niin syvällä, että perustaminen perusmuurein, anturoiden tai pilarien varaan tiivisrakenteiseen pohjakerrokseen on hankalaa tai liian kallista, on paaluperustus käyttökelpoisempi perustamistapa. (Pohjarakennus, luku 5)

Paaluihin asennettujen teräselementtien korroosiosuojauksessa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- ympäristön aggressiivisuus (pohjavesi, maaperä, hajavirrat jne.)
- paalun tyyppi
- kuormituksen tyyppi (veto vai puristus)
- teräksen tyyppi
- suunnitelmassa edellytetty käyttöikä

(RIL 254-2011, s.113)

3. Betoni

Betoni on luja, pitkäaikainen, ympäristöystävällinen ja turvallinen rakennusmateriaali, joka kestää hyvin maaperän rasituksia. Merivesi, jäätyminen-sulaminen, meriveden suola ja hiilidioksidi rasittavat betonia. Jäätymis-sulamisrasitus ja hiilidioksidi aiheuttavat betonin karboniatisoitumista. (RIL 236).

Jotta betonirakenteet saavuttavat halutun käyttöiän tarkoittaa tämä paksumpia suojabetonietäisyyksiä ja tiukkoja materiaalivaatimuksia. Taulukossa 2 on esitetty

materiaalin ja rakenteiden vähimmäisvaatimukset eri rasitusolosuhteissa, kun rakenteiden suunniteltu käyttöikä 50 vuotta.

Taulukko 2. Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset (suunniteltukäyttöikä 50vuotta)

Rakenne	Rasitus- luokka	Lujuus- luokka	P-luku- vaatimus	Betonipeitteen nimellisarvo [mm]
Eroosiosuojalaatat	XC2, XS2	C25/30	-	45
Peruslaatat				
yleensä	XC2	C25/30	-	40
makeassa vedessä	XC2	C30/37	-	40
merivedessä	XC2, XS2	C35/45	-	45
Tukirakenteet vedessä (tukimuurit, etumuurit, rantamuurit, padot, paalut yms. Veden vaihteluvyöhykkeellä olevat rakenteet)				
makeassa vedessä tasolta MW -2,5m alaspäin	XC2	C30/37	-	40
makeassa vedessä tasolta MW -2,5m ylöspäin	XC3, XC4, XF3	C30/37	P30	50
merivedessä vedessä tasolta MW -2,5m alaspäin	XC2, XS2	C35/45	-	45
merivedessä vedessä tasolta MW -2,5m alaspäin	XC4, XS3, XF4	C35/45	P40	50
Laiturin kansirakenteen yläpinta tai muun päällysrakenteen palkkien ja kansilaattojen yläpinta sekä vedenvaihtelualueen yläpuolella olevat pinnat				
rakenne makean veden alueella	XC4, XF3	C30/37	P30	40
käytetään jäänsulatusaineita	XC4, XD3, XF4	C35/45	P40	50
rakenne merivesialueella	XC4, XS3, XF4	C35/45	P40	50

(RIL 201-3-2013, s.11)

Avomeren rannalla olevat rakenteet kuuluvat rasitusluokkaan XS 1. (Suomen Betoniyhdistys ry).

Silloin kun tehdään vedenalaisia valuja pitää lujuusluokkaa kasvattaa 5Mn/m² kuin mitä mitoituksessa on käytetty, ei kuitenkaan korkeammaksi kuin C35/45, jos ei korkeamman lujuusluokan käyttö ole tarpeellista. (RIL 201-3-2013).

Betonirakenteiden pitää olla vesitiiviitä, joten huokosrakenteen pitää olla hajanainen.

Vesi ei saa päästä kulkemaan, eikä betonissa saa olla halkeamia. Suunnittelija määrittelee, mikä rakenteen vesitiiviystaso on.

Kun valetaan veden alla tai paalukaivantoa tukevan lietteen alla, käytetään vedenalaisen betonin valuputkea. Valuputken tarkoitus on estää betonin erottuminen valun aikana ja estää että betoni pilaantuu kaivannossa olevan veden takia. Vedenalaisia valuja ei saa tiivistää täryttämällä. (RIL 254-2-2016)

Betonin karbonatisoituminen tapahtuu, kun betonin pH-arvo laskee. Betonin PH-arvo alkaa laskea, kun ilman hiilidioksiidi reagoi betonin kanssa. Betonin pH-arvo valmistaessa on yli 10 ja korkea pH-arvo suojaa teräsrakenteita korroosiolta.

3.1 Betonipaalut

Betonipaalujen normaali rasitusluokka on XC2 ja suunnittelukäyttöikä 100vuotta. Paalujen rasitusluokka valitaan sen jälkeen, kun maaperän ja pohjaveden sulfaattipitoisuus on selvitetty. Paalujen kantokyky määräytyy pääosin paaluille osoitetun geoteknisen kestävyuden perusteella. Mutta pehmeissä maakerroksissa määritellään paalujen kantokyky, paalujen rakenteellisen kestävyuden perusteella ja se tulee osoittaa SFS-EN 1992-1-1 mukaisesti. Paalutuksessa voidaan käyttää joko esivalmistettuja paaluja tai paikallavalettuja paaluja. Esivalmistettujen paalujen on oltava standardin SFS-EN 12794 mukaisia ja betonin nimellisluku on oltava vähintään C34/45. Paikallavalettujen paalujen on oltava standardin SFS-EN 206 mukaisia ja suunniteltu lujuusluokka vaihtelee C20/25 ja C45/55 välillä. (RIL 254-2016)

4. Teräs

Teräsrakenteiden korroosiosuojaus ja sähkökemiallisen parin muodostuminen on otettava huomioon kosteassa ja suolaisessa ympäristössä. Rakenteet ovat itsestään pitkäaikaisia, jos ne suojataan oikein, mutta rakenteiden saumat ovat ongelmallisempia. Kun teräksen ruostuessa se turpoaa jopa 3-4 kertaiseksi poikkileikkausmitaltaan, se taas tarkoittaa, että heikkolujuinen betoni ei kestä.

Alla olevassa taulukossa on esitetty korroosionopeudet, joita käytetään suunnittelussa. 5 ja 25 vuoden arvot perustuvat mittauksiin, muut arvot ovat pääteltyjä arvoja laskelmien perusteella. (Eurokoodi 3. Taulukko 4-2, s.30)

Taulukko 3. Makeaan tai meriveteen asennettujen paalujen ja ponttilevyjen korroosiosta aiheutuvan paksuuden ohenemisen suositeltavat arvot [mm]

Suunnitelmassa edellytetty käyttöikä	5 vuotta	25 vuotta	50 vuotta	75 vuotta	100 vuotta
Tavallinen makea vesi (joki, laivakulkuinen kanava..) suuren rasituksen alueella (vesiraja)	0,15	0,55	0,9	1,15	1,4
Erittäin saastunut vesi (viemäri, teollisuusjätevesi..) suuren rasituksen alueella (vesiraja)	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3
Merivesi lauhkeassa ilmastossa suuren rasituksen alueella (matala vesi ja roiskealueet)	0,55	1,9	3,75	5,6	7,5
Merivesi lauhkeassa ilmastossa pysyvästi veden alla olevalla alueella tai vuorovesialueella	0,25	0,9	1,75	2,6	3,5

(Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu OSA 5: PAALUT, s.30)

Teräsrakenteiden käyttöikää voidaan pidentää, valitsemalla paksumman teräksen korroosion varalta, käyttämällä suoja-pinnoitteita, suojaamalla teräs betonilla tai laastilla. Meriolosuhteissa voidaan ilmatilakorroosiosta johtuvan paksuuden ohenemisen arvoksi käyttää 0,02mm vuodessa.

4.1 Teräspaalut

Kun valitaan teräspaalujen teräslaatu, tulee ottaa huomioon maan ja pohjaveden ominaisuudet. Teräslaatu valitaan niin että, paalujen korroosiovaara on mahdollisimman pieni.

Teräspaaluja on erilaisia ja niiden asennustavat ovat myös erilaisia. On paaluja jotka, asennetaan lyömällä, puristamalla ja poraamalla. Veteen asennettavat paalut on hyvä korroosiosuojata esim. slammaamalla ja seinämäpaksuuden ylitysoitus on yleensä suositeltava menetelmä. (SSAB-n teräspaalut)

Teräspaalut mitoitetaan teräsrakenteiden suunnitteluohjeiden mukaan, tapauskohtaisesti. Paaluluokissa 1 ja 2 tulee teräspaalujen jäykkyys (EI) heikoimmassa suunnassa olla vähintään 150 kNm² ja paalutusluokassa 3 vähintään 60 kNm².

Kotelomaisen paalun seinäpaksuus on oltava, vähintään 9mm ja muiden paalujen seinäpaksuus on oltava vähintään 8mm. (Pohjarakennus, luku 5.24)

5 Pohjatutkimus

Pohjaolosuhteet selvitetään yksityiskohtaisesti jokaisessa rakennuskohteessa.

Pohjatutkimukset sisältävät yleensä maanäytteiden oton ja laboratoriokokeita.

Näytteenotto hankaloituu silloin kun rakennetaan veden päälle. Silloin kun tehdään pohjatutkimus syvässä vedessä, joudutaan käyttämään jonkunlaista lauttaa apuna, lautta on ankkuroitava hyvin. Pohjarakennussuunnittelu jaetaan kolmeen eri luokkaan ja vedenpäälle rakentaminen kuuluu luokkaan ”Hyvin vaativa”. (Pohjarakennus)

Pohjatutkimuksilla halutaan saada selville pääosin seuraavat asiat:

- Miltä tasolta alkaa maakerros jonka varaan voi perustaa.
- Perustamistason maakerroksen lujuus- ja painumaominaisuudet.
- Onko perustamistason maakerroksen alapuolella maalaji- tai tiiviysvaihtelua, jotka voi aiheuttaa epätasaista painumaa.
- Onko maa routivaa.
- Kallion pinta, ulotetaanko tuki kallioon tai onko kallio liian lähellä, että joudutaan louhimaan.

Ennen rakennusvaihetta pitää ottaa selvää missä maa-alueen pohjavesipinta on. Se on tärkeä selvittää koska pohjavesi vaihtelee merivesipinnan vaihteluiden mukaisesti.

Geotekninen suunnittelija määrittää tutkimuspisteet, laitteet ja menetelmät, seuraa tutkimusten etenemistä ja saatuja tuloksia ja täydentää tutkimusohjelmaa tarvittaessa.

Tutkimusten tekijä on vastuussa asianmukaisista välineistä, työtavasta ja tulosten oikeellisuudesta.

Yleisiä pohjatutkimusmenetelmiä ovat:

- painokairaus
- heijarikairaus
- puristinheijarikairaus
- porakonekairaus

- kallionäytekairaus
- koekuoppa
- tärykairaus
- siipikairaus

5.1 Kairaukset

Kairaukset olisivat hyvä suorittaa talvella jään päältä.

Painokairaus

Painokairausmenetelmä soveltuu pehmeisiin ja kivettömiin maaperätutkimuksiin.

Painokairausmenetelmällä saadaan selville: kantavan kerroksen sijainti, maakerrosten rajat ja karkea arvio maalajeista. Työ tehdään moottorikäyttöisillä monitoimikairoilla tai käsikairauslaitteistolla. Jos maakerros on todella tiivis eikä kairatanko uppoa syvemmälle, voidaan tankoa lyödä joko käsin kumivasaralla tai hydraulisella iskuvasaralla.

Heijarikairaus

Heijarikairausmenetelmä sopii tiiviisiin, kivettömiin maaperätutkimuksiin. Tällä menetelmällä voidaan selvittää melko tarkasti kovan pohjakerroksen sijainti, maakerrosten rajat ja maakerrosten tiiviyys suurin piirtein. Heijarikairaus ja painokairaus muistuttavat toisiaan, ero näiden kahden välillä on se, että heijarikairauksessa lyödään kairatankoa koko ajan heijaripainolla. Menetelmä on moottoroitu joko polttomoottori tai hydraulipumppu.

Puristinheijarikairaus

Puristinheijarikairaus soveltuu hyvin pehmeiden maalajien ja kitkamaalajien tutkimiseen. Tällä menetelmällä saadaan selville maakerrosten eri ominaisuuksia, kitkakulmia ja kokoonpuristuvuutta sekä koheesiomaan leikkauslujuus. Tutkimuslaitteena on tutkimusvaunu.

Porakonekairaus

Porakonekairausmenetelmä soveltuu hyvin tiiviisiin, kivisiin ja lohkareisiin maakerroksiin. Tämän menetelmän avulla voidaan selvittää luotettavasti kalliopinnan sijainti. Työ

tehdään käyttämällä keskiraskaita tai raskaita kairoja, ilma-tai vesihuuhtelua käyttäen.

Pohjaveden tarkkailuputkien asennuksessa käytetään myös porakonekairoja.

Ennen porakonekairausta voidaan käyttää tärykairaus menetelmää. Tärykairauksella rikotaan kovan pintamaan rakenne. Tällä menetelmällä voidaan määrittää kallionpinnan sijainti, mutta se ei ole luotettava menetelmä selvittämään maaperän tiiviyyttä.

Kallionäytekairaus

Kallionäytekairaus tehdään kiertoporaus periaatteella. Kalliota leikataan painamalla ja pyörittämällä timantein varustettua teräkruunua kairausputkiston avulla. Putkistoon on samanaikaisesti pumpattava vettä, joka huuhtelee kivijauheen pois reiästä ja jäähdyttää samalla terää ja putkea. Kairauksella saadaan tarkka tieto kallion sijainnista ja laadusta.

(Rakennustieto.fi, RK110304.pdf)

Koekuoppa

Koekuoppa voidaan tehdä lapiolla tai kaivinkoneella. Tällä menetelmällä saadaan selville maaperän kaivettavuus, maalajit, maalajienkerrokset, pohjaveden korkeusasema, kitkamaalajien kaltevuuskulmat ja peruskallion muoto ja korkeusasema, jos sinne asti päästään.

Siipikairaus

Siipikairauksella mitataan pehmeiden maakerrosten leikkauslujuus. Kairaustentuloksia tarvitaan kaivantojen suunnittelussa. Tuloksien avulla voidaan selvittää kaivannon tuentatarpeet ja kaivantoluiskien luiskakaltevuudet.

(tiehallinto.fi & Kairausopas 1-6)

6. Pohjarakennus

Pohjatutkimusten jälkeen seuraava vaihe on pohjarakennus. Pohjarakennuksella tarkoitetaan maanpinnan alapuolisia rakenteiden rakentamista turvallisiksi. Maanpinnan alapuolisilla rakenteilla tarkoitetaan kaivu-, louhinta-, tuenta-, kuivana pito-, tiivistys – ja lujitustöitä.

6.1 Kaivannot

On tärkeää ottaa huomioon maan kaivuutekniset ominaisuudet ennen kaivuutöitä. Maan kaivuutekniset ominaisuudet ovat, kaivettavuus ja kuljetettavuus. (Pohjarakennus, luku 7.3).

Ennen kaivuutöiden aloittamista on myös hyvä selvittää mahdollisten kaapeleiden ja johtojen sijainti ja suojata ne tarvittaessa. Jos kaivuun yhteydessä huomataan poikkeamia maaperässä pohjatutkimuksiin verrattuna, on asiasta ilmoitettava rakennuttajalle tai suunnittelijalle, poikkeamat voivat vaikuttaa tehtyihin suunnitelmiin ja ratkaisuihin. (Maaryl 2010, 1112 kaivannot, 222 maankaivutyö)

Vedenalaiset kaivuutyöt tehdään yleensä kaivinkoneella, joka on varustettu kuokka-, kahmari- tai vetokaivuulaittein. Vetokaivuu voidaan tehdä rannalta, suuren ulottuvuutensa takia. Kuokka- ja kahmarikaivuri kaivuut tarvitsevat työalustakseen telineitä, pengerryksiä tai lauttoja. Talvella voidaan kaivuutyöt tehdä jään päältä. Kun tehdään suuria ja kaukana rannasta olevia kaivantoja on ruoppaus tehokkain kaivumenetelmä. Ruoppauksesta kerron enemmän luvussa 6.1.1. (Pohjarakennus, luku 7.3)

Kun kaivuu tehdään talvityönä ei rakenteiden alle jääviä maakerroksia saa päästää jäätymään, joten pohja tulee tarvittaessa suojata jäätymiseltä routasuojauksella.

Luiskatut kaivannot

Kun suunnitellaan luiskattua kaivantoa, on vakavuuslaskelmissa huomioitava mitä kaivannon ja luiskan läheisyydessä tullaan tekemään joka voi heikentää kaivannon ja luiskan stabiiliteettia. Heikentävät tekijät voivat esimerkiksi olla; pohjaveden korkeusvaihtelu, paalutuksen aiheuttama tärinä. (RIL 132-2000 kohta 4.34)

Luiskan kaltevuus tulee valita siten että, luiskan sortumisvaara on pieni. Vedessä tai vetelässä savessa ei yleensä voida tehdä luiskattua kaivantoa. Näissä tapauksissa kaivanto tulee tukea, käyttäen kohteeseen sopivaa kaivannon tuenta menetelmää. (Pohjarakennus, luku. 7.5)

Kaivantojen tuennasta kerron enemmän kohdassa 6.3 tuennat.

6.1.1 Ruoppaus

Rantaa ruopataan yleensä silloin kun sen nykyinen olemus ei sovellu käyttötarkoitukseen, esim. ranta on liian matala uimiseen tai veneilyyn. Ruoppauksia ei saa tehdä ilman viranomaisten lupaa, yli 500m³ ruoppaukset tarvitsevat vesilain mukaisen luvan aluehallintovirastosta (AVI) ja pienemmät ruoppaukset pitää ilmoittaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen (ELY-keskus). Ennen ruoppauksen aloittamista on:

- suunniteltava mihin kaivetut massat sijoitetaan, maamassat eivät saa valua takaisin veteen.
- vedenkorkeus (keskivesi ja ylin vedenkorkeus)
- alueella olevat luontoarvot ja luonnonsuojelulain rauhoitussäädökset
- varmista ettei ruoppausalueella ole putkia tai kaapeleita

Ruoppaus tehdään yleensä kaivinkoneella ja pohjaliejun voi poistaa imuruoppauskalustolla. Ruoppaus voidaan tehdä rannalta käsin pitkäpuomisella koneella, jään päältä tai käyttäen lautta apuna. Pienet ruoppaukset voidaan tehdä syksyllä tai alkukeväästä, järvien vedenpinnat ovat yleensä silloin alhaalla. Isommat ruoppaukset tehdään yleensä talvella jään päältä, silloin jää ja maapohja kantavat kaivuumassojen kuljetuskaluston, mutta merialueilla jään kantavuus ei yleensä salli isoja ruoppauksia. Jotta ei syntyisi lietettä kerääviä kuoppia on pyrittävä siihen, että ruopattu alue syvenee ulapalle päin. Niin kuin kaivu töissä yleensä on ruopatun alueen sivuluiskat, luiskattava maalajin edellyttämään kaltevuuteen, muuten vesialue voi samentua. (Ympäristö.fi)

6.2 Täyttö

Veteen tehtävät täytöt tulee tehdä tasaisesti levittäen mereltä sekä rannalta päin. Kaivannon pohjalle levitetään suodatinkangas, jonka päälle tasainen kerros mursketta. Ennen seuraavaa täyttöä pitää tietää minkälainen maaperä on. Jos maa on pehmeää, on mahdollista, että joudutaan tekemään stabilointi. Stabilointi voidaan tehdä kalkki- tai kalkkisementtipilareilla. Jos maa on kantavaa, voidaan murskekerroksen päälle levittää lujite, joka soveltuu vesiolosuhteisiin ja lujitteella pitää olla geotekstiilien mukainen CE-merkintä. Lujitteen päälle tehdään loput murske täytöt ohuina kerroksina. Täytöt jotka tehdään ponttiseinien väliin, tulee olla vesitiiviitä, silloin käytetään hienojakoista täyttömaata esimerkiksi siltistä hiekkaa.

Tarve tasoittaa täyttöjä ovat tapauskohtaisia, yleensä on hienorakenteiset maakerrokset poistettu ruoppaamalla. Mikäli maaperä on löyhää pitää se tasoittaa, muuten voi tulla stabiliteettiongelmia tai pahimmassa tapauksessa sortumavaara. Jos veteen tehtäviä täyttöjä ei tarvitse tasoittaa, pitää vesipinnan yläpuoliset täyttökerrokset tasoittaa kerroksittain. Tasoitukset tehdään niin että saavutetaan riittävä tiiviysaste ja kantavuus rakenteille. (MaaRYL 2010).

Silloin kun täytetään ”kuivalla” maalla noudatetaan MaaRYL 2010 ohjetta 2232 *”Rakennuksen täyttöjen tekeminen”*.

6.3 Tuennat

Kaivantojen tuenalla halutaan turvata työskentely kaivannossa ja estää pohjan hydraulisen murtuman, seinien sortumisen ja maa-ainesten putoamisen kaivantoon. Kaivannot tuetaan kaivantosuunnitelman mukaan. Tuentamenetelmiä ovat esimerkiksi settiseinät, suihkuinjektointi, elementtituet, ponttiseinät. Tuentamenetelmä ja tuennan materiaalivaatimukset määräytyvät tapauskohtaisesti. Ennen tuentojen asennusta on, selvitettävä maapohjan ominaisuudet, mahdolliset maanalaiset rakenteet ja pohjaveden pinnan taso. (MaaRYL 2010, luku 242)

Tukiseiniin kohdistuu kaivannon ulkopuolelta kuormia jotka pitää huomioida tukiseinän suunnittelussa.

- maanpaine
- vedenpaine
- maanpinnalla olevien kuormien aiheuttama paine
- maan tiivistämisestä johtuva paine
- jäätymisen synnyttämät kuormat

(Pohjarakennus, luku. 7.53)

Tavallisimmat tukiseinät ovat:

- puulankkuseinät
- elementtituet
- ponttiseinät

- settiseinät
- patoseinät

Settiseinät eivät ole vesitiiviitä, joten niistä minä en kirjota tässä työssä.

Puulankuseinät

Puulankuseiniä voidaan käyttää peruskaivantojen ja johtokaivantojen tukiseinäinä. Kaivannon syvyys saa olla enintään 3-4m syvä. Kaivanto tuetaan joko pysty- tai vaakasuoralla lankutuksella. Lankutus voidaan tehdä harvana tai tiiviinä särmälankutuksena tai uralankutuksena. Kun kaivanto halutaan tehdä vesitiiviiksi, käytetään uralankutusta. Jotta vierekkäiset lankut painautuisivat vesitiiviisti toisiaan vasten, viistetään alapää toispuolisesti. (Pohjarakennus, luku. 7.511)

Elementtituet

Elementteinä käytetään levyjä jotka asennetaan kaivannon seinää vasten. Levyt voidaan tukea toisiinsa erillisillä poikkituilla. Tai sitten voidaan käyttää elementtejä, joissa on valmiiksi reunalevyt ja tarvittavat tuet. (MaaRYL 2010)

On olemassa valmiita 2-4m korkeita teräs- tai osittain puurakenteisia seinäelementtejä. Elementit lasketaan kaivannon pohjalle ja tuet kiristetään. Tämä tapa soveltuu hyvin kapeiden kaivantojen tukemiseen. Tällä tavalla voidaan vähentää tuenta materiaali- ja työkustannuksia. (Pohjarakennus, luku. 7.512)

Ponttiseinä

Kaivanto tuetaan pystysuoraan asennetuilla ponttielementeillä, jotka upotetaan maahan täryttämällä, lyömällä tai painamalla. Jos halutaan tukea ponttiseinä kallioon, pitää ensiksi selvittää luotettavalla tavalla kallionpinnan korkeusasema. Luotettava menetelmä on esimerkiksi porakonekairaus 5m välein. Seiniät voidaan asentaa ponteista liitettynä, erillisinä tai limittäin. Seinät tuetaan vaakatuilla ja ankkuroidaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Silloin kun halutaan tehdä ponttiseinä vettä pidättäväksi, on ponttiprofiilit liitettävä toisiinsa. (MaaRYL 2010, luku 2422)

Patoseinät

Patoseinä on maan sisään betonista tehty pysyvä seinä, joka toimii samalla peruskaivannon tukiseinäinä. Patoseinä toimii myöhemmässä vaiheessa pysyvästi

rakennuksen ulkoseinien ja muiden kanatavien rakenteiden perusmuurina. Seinä ulotetaan yleensä kallioon, joten paksu ja lujasti ankkuroitu patoseinä on lähes liikkumaton rakenne. Patoseinät ankkuroidaan kaivannon ulkopuolelle. Patoseinän rakentaminen on hidasta ja kallista, koska se vaatii erikoiskalustoa. Patoseiniä käytetään silloin kun halvempien tukiseinärakenteiden käyttö ei ole mahdollista. (Pohjarakennus, s.7.515)

6.4 Kaivantojen kuivana-pito

Kaivuutöiden aikana yleinen kuivatustapa on ponttikaivannon sisäpuolelta pumppaamalla ja ojittamalla. Tarvittaessa rakennetaan työnaikainen salaojitus, josta johdetaan vedet pumppauspisteille ja siitä tukiseinän ulkopuolelle. Kuopan pohjalle tulee asettaa suodatinkangas tai sepelikerros, jos pohjalla on hienorakenteista maa-ainesta. Jos ei ole mahdollista pumpata vesiä suoraan kaivannosta voidaan pohjavedenpintaa alentaa. (MaaRYL 2010)

7. Perustukset

Käytännössä kaikilla rakennuksilla ja rakennelmilla on perustus, perustuksen tarkoitus on estää rakennuksen painuminen. Voidaan sanoa, että oikean perustustavan valinta, suunnittelu ja toteutus ovat rakennushankkeen tärkein vaihe. Perustamistapoja on monia, tavat voidaan jakaa eri ryhmiin

- matalaperustus
- syväperustus
- pilariperustus
- kellarillinen perustus
- paaluperustus

Edellä mainitut perustukset ovat tavanomaisia perustuksia. Maaperän kantavuus ratkaisee perustustyyppin valinnan. Kun pohjatutkimukset ovat tehty, voidaan tutkimustulosten perusteella tehdä perustamistapalausunto, jossa määritetään perustamistapa.

Perustussuunnitelma tulee sisältää; paalukartta, perustuspiirustus, rakenne- ja raudoituspiirustus ja rakenneleikkaus.

Betoniperustusten laatuvaatimukset suunnittelukäyttöikä 100vuotta, betoni C35/45, pintarakenteiden rasitusluokat mereen rakentaessa XC4, XS3, XF4, P70 sulfaatin kestävä betoni. Rakenteiden sisäosat voidaan valaa alemman rasitusluokan betonista.

Pienikin virhe joka tapahtuu perustustensuunnittelussa tai perustusten rakentamisessa, voi johtaa siihen, että talon runkorakenne vaurioituu.

Paaluperustus

Paaluperustusta käytetään yleensä, kun maapohjan kantava kerros on yli viiden metrin syvyydessä. Rakennuksen osuus joka rakennetaan veden päälle, paalutetaan käyttäen joko teräsbetonipaaluja tai teräspaaluja. Tavanomaiset paaluperustukset tehdään paalutusluokkien 2 ja 3 mukaan. Paalujen päälle valetaan paaluantura ja siitä jatketaan rakentamista samalla tavalla, kun maanvaraista anturaperustusta käyttäen. (betoni.com)

Paaluanturan on kestävä paaluvoimien aiheuttamat jännitykset ja anturan reuna ei saa lohjeta. Yleensä suunnitellaan niin että anturan reunan etäisyys lähimpään paaluun on vähintään puolet paalun halkaisijasta tai paaluhatun sivumitasta. (SSAB, s.26)

7.1 Erikoisperustukset

Erikoisperustuksia ovat kasuunit, uppokaivot, paineilmakaivot sekä puuarkut.

Erikoisperustuksia käytetään silloin kun perustamisolosuhteet ovat hankalammat, kuin yleensä. Erikoisperustukset käytetään rantarakentamisessa, syvissä vesissä, avomeriolosuhteissa rakentaessa, sekä silloin kun pohjaolosuhteet ovat haastavat.

Erikoisperustuksia voidaan myös käyttää kaivantojen suojaseininä sekä kantavina seinä- ja tukirakenteina. (Pohjarakennus, luku 6)

7.1.1 Kasuunit

Kasuuni on perinteinen vesirakenteen maanvarainen perustus. Kasuuni on iso massaperustus, joka on tehty vedenpinnan yläpuolella. Kasuuni upotetaan veden pohjalle, veden alla olevasta rakenteesta nousee vedenpinnan yläpuolelle ”torni”, jonka varaan voidaan aloittaa rakentaminen. Kasuunit voivat olla laatikkomaisia tai majakkakasuuneja

jonka muoto on pyörähdyskappale. Kasuunien pohjalaatta on yhtenäinen tai osittainen ja väliseinät jäykistävät rakennetta. Pohjalaatta tehdään yleensä leveämmäksi kuin mitä itse kasuunilaatikko on.

Suomessa kasuunit valmistetaan yleensä teräsbetonista. Ulkoseinäpaksuus on 0,2m-0,35m ja väliseinät ovat 0,1-0,2m. Yleisin paikka missä kasuuneja käytetään perustuksena on satama- ja avomerirakenteiden perustuksina. Kasuunien pitää kestää sen päälle rakennettavien rakenteiden kuormat mutta sen lisäksi sen pitää kestää aaltokuormat ja jääkuormat. Kasuunin sijaintipaikan pohja tulee olla tasainen ja kantava. Jos pohjana on kantava sora- tai moreenipohja pitää pohja tasoittaa. Jos pohjamaa on pehmeä, tulee se poistaa ruoppaamalla tai kaivamalla. Ja sen jälkeen se tasoitetaan tai täytetään kivillä ja soralla. Kun kasuunin sijoituspaikan pohja on kallio, pitää se tukea kallioon. Kallion ja kasuunin pohjalaatan väliin valetaan betonitäyte ja kasuuni ankkuroidaan teräksillä kallioon.

Tarvittaessa tukevuutta lisäämiseksi voidaan kasuunit täyttää kokonaan hiekalla, soralla, kivillä tai betonilla. Jääpaineen aiheuttaman sivulle siirtymisen estämiseksi tuetaan kasuuni ulkopuolelta kivitäytteellä. (Pohjarakennus, luku 6)

7.1.2 Uppokaivot

Uppokaivo on pohjaton kaivomainen seinärakenne, joka upotetaan maahan.

Seinärakennetta voidaan korottaa asteittain. Silloin kun halutaan tehdä suurikokoinen ja raskaasti kuormitettu perustus pehmeiden maakerrosten läpi syvällä olevalle kalliolle tai kovalle pohjalle, on uppokaivo sopiva ratkaisu. Uppokaivo on yleensä ympyrälieriön tai nurkistaan pyöristetyn suorakulmaisen särmiön muotoinen ja valmistettu teräsbetonista. Uppokaivon alaosa tehdään ulkomitoiltaan 0,1-0,3m kaivon yläosaa isommaksi.

Suorakulmaiset kaivot jaetaan väliseinillä lokeroihin.

Lieriömäisen kaivon edut ovat, että maanpaine aiheuttaa vain puristusjännitystä kaivon seiniin ja maanpainumisvastus vaippapinnassa on pieni. Vaipan ja maan välistä kitkaa voidaan pienentää bentoniittilietteellä. Uppokaivo voidaan upottaa maahan omalla painolla tai kuormittamalla. Samanaikaisesti kun kaivoa upotetaan, poistetaan kaivon sisältä maata. Kaivon alareuna viistetään sisäpuolelta ja varustetaan teräsreunuksella. Kun kaivon alaosa on isompi, kun yläosa painuu se maahan helpommin.

Ennen uppokaivotyön aloittamista olisi hyvä varmistaa kairauksilla pohjaolosuhteet. Kairauksilla varmistetaan, onko kaivon seinälinjojen kohdalla esim. suuria lohkareita jotka voivat vaikeuttaa kaivon upotusta. Kun aloitetaan kaivotyö, tehdään luiskattu kaivanto niin, syvälle kun olosuhteet sallivat. Kun aloitetaan rakentamaan itse uppokaivoa, rakennetaan ensin alaosa, jossa on paksummat seinät ja kun se on saavuttanut riittävän lujuuden, voidaan valaa kaivon seinät. Ennen kaivon upotusta on betonirakenteiden saavutettava lähes lopullinen lujuus.

Kaivon upotuksessa on tärkeä, että se alkaa painuma pystysuorassa. Jotta voidaan varmistaa, että kaivo painuu oikein, voidaan kaivo tukea ulkopuolelta soratäytteellä tai tuki- ja ohjauspaaluilla. Jos kaivo painuu epätasaisesti, kaivetaan maata pois seinän alta ja siltä reunalta jossa kaivo on painunut vähiten. Kaivo pyritään pitämään vedestä tyhjänä, eli toisin sanoen pyritään kaivamaan kuivana työnä. Silloin vaarana on kaivon pohjan hydraulinen murtuma ja että vetelä pohjamaa työntyy seinän alta kaivoon. Tämä seurauksena voi olla ympärillä olevan maan löyhtyminen ja painuminen, jotka voivat vahingoittaa ympärillä olevia rakenteita. Tässä tapauksessa on parempi tehdä kaivuutyö vedenalaisena työnä.

Kun kaivuutyö tehdään vedenalaisena, pyritään pumppaamalla pitämään vedenpinta kaivannon sisällä, korkeammalla kun kaivannon ympäröivä vesi. Vedenpinnan ollessa korkeammalla kaivon sisäpuolella virtaa se kaivosta ulospäin ja estää maamassojen pääsyn kaivoon. Kun kaivon haluttu syvyys on saavutettu, kaivetaan kaivon pohjalta löyhä- ja pehmeä maa-aines pois, sen jälkeen valetaan kaivonpohjalle betonista pohjalaatta. Jos kaivuu on tehty vedenalaisena, tehdään valutyö vedenalaisena betonointina. Kun pohjalaatta on tehty, voidaan kaivo tyhjentää vedestä.

Pohjalaatta tulee olla hyvin ankkuroitu seinän alareunaan tai seinän sisäpinnan loviin, jotta vedenpaine ei nosta pohjalaattaa ylös. Eli kaivon ja pohjalaatan rakennepaino tulee olla suurempi kuin vedenpaineen nosto voima. Lopuksi tehdään tarvittavat sisärakenteet, mutta jos uppokaivo toimii vain perustuksena, täytetään se betonilla. (Pohjarakennus, luku 6.3)

7.1.4 Puuarkut

Puuarkut ovat uppolaatikoita, jotka ovat tehty vaakasuorista hirsistä tai lankuista.

Puuarkut ovat jaettu väliseinillä lokeroihin ja voivat olla osittain varustettu hirsipohjalla.

Arkku rakennetaan rannalla tai jään päällä lopullisella sijaintipaikalla. Puuarkku upotetaan täyttämällä lokeroita kivillä ja lopuksi arkku täytetään kivillä ja betonilla. Puuarkku muistuttaa rakenteellisesti kasuunia.

Puuarkun ja kasuunin ero on siinä, että puuarkku toimii vain kantavan kivi- tai betonitäytteen tukiseinänä, kun taas kasuunin seinärakenteet ovat kantavia. Puuarkkuja on käytetty vedenalaisina perustuksina samalla tavalla, kun kasuuneja. Erikoisperustusten kehitysten myötä ovat kasuunit korvanneet puuarkut. Syy puuarkkujen syrjintään on materiaali- ja työkustannukset, esim. kasuunien valmistukseen verrattuna.

(Pohjarakennus luku 6.5)

8. Rakenteisiin kohdistuvat kuormat jotka rasittavat rakenteita

Rakenteisiin kohdistuu erilaisia kuormia jotka rasittavat rakenteita eritavoin kuin sisämaahan rakentaessa. Kuormat jotka rasittavat rakenteita ovat:

- voimakkaammat tuulikuormat
- vesikuormat
- jääkuormat
- viistosademäärät

Sade ei sinänsä poikkea sisämaassarakentamisesta, mutta tuuli pahentaa viistosateen vaikutusta. Sadevesi on pystyttävä poistamaan, jotta maa ei sorru.

8.1 Jää

Kun mitoitetaan rakenteita ajatellen jääkuormia pitää ottaa huomioon jään paksuus, lujuus, liikkeet ja nostovoima. Nostovoima riippuu jään paksuudesta, lämpötilasta ja veden nousu- ja laskunopeudesta. (RIL 201-3-2013).

Jääkerroksen aiheuttamien pysyvien kuormitusten mitoitusarvoja valittaessa on huomioitava:

- jään alkulämpötila, ennen kun lämpeneminen alkaa
- lämpötilan nousunopeus
- jääkerroksen paksuus

Liikkuvat jääkentät kuormittavat rakenteita jaksoittain vaihtelevalla voimalla. Erikokoiset jäälautat voivat muodostaa jääkasoja, kasoja sanotaan ahtojäävalleiksi. Ahtojäävallit voivat muokata rantoja ja matalien vesialueiden pohjia.

8.2 Vesi

Rakenteet pitää suunnitella niin että ne kestävät vedenpinnan ollessa alivedenpinnan tai ylivedenpinnan tasolla. Vesipaine lasketaan pysyväksi kuormaksi. (RIL 201-3-2013).

Työnsuunnittelussa on otettava huomioon, että vedenkorkeudet saattavat vaihdella merkittävästi työn kuluessa ja rakennuskohde on alttiina aallokoille.

Mitoittavaa pohjavedenpintaa käytetään lähtötietona, kun aloitetaan suunnitella.

Rantarakentamisessa pitää muistaa, että pohjavesi seuraa merenpinnan vaihteluita.

(RT 83-11032, 2011)

Kun arvioidaan vedenkorkeuksien todennäköisyyksiä, käytetään tilastomatemattisia menetelmiä ja luotettavia havaintoja, vähintään 10 vuoden ajalta. Meriveden pinnan korkeus voi vaihdella lounaisrannikolla 0,15m/h ja 0,40m/d, Suomenlahdella ja Selkämerellä 0,20m/h ja 0,60m/d ja Perämerellä 0,25m/h ja 0,80m/d. Vaihtelunopeudet sisävesillä arvioidaan havaintojen perusteella. Mitoittavat vedenpinnat HW ja NW määritetään sillä tavalla, että ne vastaavat rakenteen käyttöaikana tapahtuvaa ylintä ja alinta vedenpinnan korkeutta. (RIL 201-3-2013, liite 4)

8.2.1 Aallot

Aaltojen korkeus ja rannan muoto vaikuttaa ranta-alueiden suunnitteluun. Aallot aiheuttavat rannassa eroosiota, lisäkuormituksia ja kosteusrasituksia. Rantojen edessä sijaitsevat saaret, karit ja matalikot pienentävät aaltojen räsytystä rakenteille. Aallon

korkeus riippuu avoimen alueen aallonkorkeudesta ja rannan jyrkkyydestä. Jyrkällä rannalla aallot yltävät korkeammalle ja kauempana oleviin rakenteisiin. Alla olevassa taulukossa on suuntaa antavia arvoja aallon nousukorkeuksista loivalla rannalla (1:10) ja jyrkällä rannalla, arvoja voidaan käyttää suunnittelussa lähtöarvoina mitoitukselle.

Taulukko 4. Aallon nousukorkeus Itämerellä, loivalle 1:10 ja jyrkälle rannalle.

Ulapan pituus, km	Aallon nousukorkeus, cm	
	Loiva ranta	Jyrkkä ranta
1	30	90
2	40	140
5	60	180
10	100	290

(Ympäristöopas 52, s.32)

8.3 Lämpötila

Ilman ja maan lämpötilan vaihtelu asettaa myös omat haasteensa suunnittelussa. Ilman lämmönjohtokyky on huonompi, kun veden. Ilman lämpötilamuutokset vaikuttavat myös maan lämpötiloihin. Silloin kun maan lämpötila laskee alle 0°C, alkaa maa routaantua. Routiminen tarkoittaa, että maan huokosissa oleva vesi jäätyy. Rakenteiden paino ei yleensä pysty estämään maan routimista ja siitä aiheutuvia nostoja ja epätasaisia liikkeitä. Jos ei sallita routimisesta aiheutuvia liikkeitä on perustukset routasuojattava tai perustukset rakennettava roudattomaan syvyyteen.

8.4 Tuuli

Meren rannalla tuulee melkein aina. Suunnittelussa ja mitoittamisessa on otettava huomioon, että rakenteisiin kohdistuu suurempi tuulikuorma kuin sisämaassa. Tuulikuorma on lyhytaikainen, muuttuva tuulivoima joka suuntautuu rakennuksen runkoon ja pintoihin. Tuulikuormat lasketaan tuulenpaineen ja rakennuksen muodon sekä tuulen suunnasta riippuvien kertoimien avulla. Kertoimet riippuvat siitä missä rakennus sijaitsee. Tuulikuormat aiheuttavat imukuormia katteisiin ja kattorakenteisiin. Tuuli lämmittää ja jäähdyttää rakennuksia kahdella eri tavalla:

- Ilmanvirtaus julkisivu- ja kattopinnoilla siirtää lämmön paremmin pois pinnalta/pintaan, jolloin seinän ja katon pintavastus pienenee.

- Ilmanvuodot vaipan läpi osaltaan huonontavat rakennuksen lämpötaloutta ja vaikeuttavat sisäolosuhteiden hallintaa.

Tämä tarkoittaa, että lämmitys- ja jäähdytystarve vaihtelee eri ilmansuuntiin tuulen suunnan ja meriveden heijastuksista takia. (RT-ideakortti)

9. Johtopäätös

Rantarakentaminen on yleistynyt, mutta siitä löytyy niukasti erillisiä ohjeita ja määräyksiä. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 määrää että ranta alueella on oltava rantakaava ennen kuin sinne saa rakentaa. Kaavoitettava alue on suunniteltava niin että suunniteltu rakennus ja muu maankäyttö, sopeutuu rantamaisemaan. Kunnilla on oma rakennusjärjestys, jota tulee noudattaa rakentaessa.

Rakennustapa on pääosin sama, kun missä tahansa rakentaessa. Mutta rantarakentamisessa pitää muistaa ottaa huomioon kuormat jotka rasittavat rakenteita eri tavalla kuin sisämaassa rakentaessa. Rantarakentamisessa pitää muistaa huomioida tarkasti ympäristöolosuhteet suunnittelussa ja rakennettaessa. Veden korkeudet vaihtelevat paikkakuntaakohtaisesti, joten ne pitää aina selvittää ennen, kuin aloittaa suunnitellun. Sillä on myös merkitystä, rakennatko merenrannalla tai järvenrannalla. Tässä työssä minä otin esille merenrannalle rakentamisen koska se on kriittisempi. Minä päätin keskittyä maanrakennustöihin ja perustuksiin, koska minun mielestä ne ovat kriittisimmät alueet rantarakentamisessa. Itse talo rakennetaan samalla tavalla missä tahansa, rantarakentamisessa on vain tarkemmin mietittävä rakennusmateriaaleja ympäristöolosuhteiden aiheuttamien rasituksien takia.

Huomasin tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa, että rantarakentamisesta löytyy ihmeen vähän tietoa. Se oli minusta ehkä vähän outoa, koska onhan laitureita ja muita pieni rakennelmia rakennettu jo vuosikymmeniä veteen tai veden päälle. Mutta minä uskon, että asuinrakennusten rakentaminen osittain vedenpälle tai kokonaan veteen Suomessa tulee yleistymään tulevaisuudessa.

Lähteet

Betoniteollisuus ry (u.ä.).

<http://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/perustukset/paaluperustukset/>

EUROKOODI 3. TERÄSRAKENTEIDEN SUUNNITTELU. OSA 5: PAALUT.

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110304.pdf>

Kairausopas 1-6, 1981. © Suomen Geoteknillinen yhdistys r.y. ja Rakentajain Kustannus Oy

MaaRYL, 2010. *Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Talonrakennuksen maatyöt*. © Rakennustietosäätiö RTS

Rantamäki M. & Tammirinne M., 1979. *Pohjarakennus*. Hakapaino Oy, Helsinki 2006.

RT 05-10390, 1989. *Ilmasto, Tuulet*. © Rakennustietosäätiö RTS

RT 05-10426, 1990. *Ilmasto, lämpötila*. © Rakennustietosäätiö RTS

RT 83-10955, 2009. *Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys*. © Rakennustietosäätiö RTS

RT 83-11032, 2011. *Vedenpaineen eristys*. © Rakennustietosäätiö RTS

RT-ideakortti, *Rantarakentamisen ohjeisto*.

SSAB:n teräspaalut, suunnittelu- ja asennusohjeet [pdf.]

<http://docplayer.fi/258652-ssab-n-teraspaalut-suunnittelu-ja-asennusohjeet.html>

[hämtat: 11.4.2017]

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2013. *RIL 201-3-2013 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat vesirakenteet*. Tammerprint Oy

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2016. *RIL 254-2011 Paalutusohje 2011*. Grano Oy

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2016. *RIL 254-2016 Paalutusohje 2016*. Grano Oy

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, *RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet*. Saarijärven Offset Oy, 2013, 3.painos.

Tiehallinto, Helsinki 1998. [online]

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/pehmtutk3200520.pdf> [januaari 2017]

Tielaitos, 1999. *Siltojen pohjatutkimukset*. Tie- ja liikennetekniikka, Helsinki 1999.

Uudenkaupungin Isännöitsijäkeskus (u.ä.).

<http://www.isannoitsijakeskus.fi/tietopankki/betoniterasten-korroosio/>

Ymparisto.fi, 2016. [Online]

<http://www.ymparisto.fi/fi->

[FI/Vesi/Vesistöjen kunnostus/Jarvien kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ruoppaus/Ruoppaus\(8257\)](#)